ТРИ НЕС КОП

В. М. Хахарев



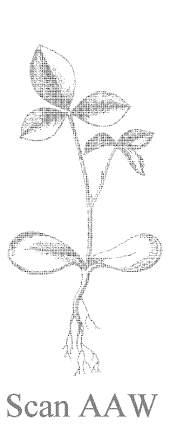
· ЭНЕРГИЯ ·

МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Вып. 772

В. М. ХАХАРЕВ

ТРИНЕСКОП





«ЭНЕРГИЯ»

МОСКВА 1971

6Ф3
Х 27
УДК 621.397-2

ХАХАРЕВ В. М.

Х 27 Тринескоп, М., «Энергия», 1971

40 с. с илл. (Массовая радиобиблиотека, вып. 772)

В брошюре рассматриваются пути изыскания дешевого способа приема цветного телевидения и содержатся необходимые схемно-технические решения, позволяющие квалифицированному радиолюбителю сконструировать приставку к черно-белому телевизору для приема и воспроизведения цветных изображений.

Предназначена для подготовленных радиолюбителей-конструкторов.

3-4-5
332-70

6Ф3

ВВЕДЕНИЕ

При разработке системы передачи цветных телевизионных изображений в качестве одного из основных условий ставилась задача прямой и обратной совместимости с системой передачи черно-белого телевидения.

Это требование послужило одной из причин отказа от первоначально разработанной в США системы передачи цветных изображений с чередованием цветов с частотой полей, так как такая система для получения высокого качества требовала передачи 150 полей в секунду, тогда как система черно-белого телевидения имеет 50 полей, что является для передачи обычного телевизионного изображения вполне достаточным.

В результате работы ряда исследовательских организаций (в США, Франции, СССР, ФРГ и др.) в настоящее время созданы и эксплуатируются различные системы цветного телевидения, которые обеспечивают совместимость с системой передачи черно-белого изображения и позволяют использовать имеющийся парк черно-белых телевизоров для приема цветных передач в черно-белом виде. Однако это не полностью удовлетворяет телезрителей, так как внедрение цветных телевизионных передач обещает новый, давно ожидаемый качественный скачок, который каждый телезритель желал бы реализовать для себя.

Однако для реализации преимуществ цветного телевидения, т. е. для воспроизведения цветного телевизионного изображения, требуется устройство, намного более сложное, чем обычный черно-белый телевизор.

Цветной телевизор содержит ряд специфических блоков и узлов, которых нет в обычном телевизоре; в нем применяется в качестве воспроизводящего устройства особый, весьма сложной конструкции, кинескоп. Из-за этого стоимость цветного телевизионного приемника значительно (в 2,5—3 раза) превышает стоимость черно-белого телевизора; это обстоятельство является основной причиной, сдерживающей темпы развития цветного телевидения в большинстве стран.

Рассмотрение скелетных схем черно-белого и цветного телевизоров (рис. 1) показывает, что ряд узлов и блоков являются общими для этих телевизоров. Специфическими узлами и блоками цветного телевизора являются: трехлучевой кинескоп, блок выделения сигналов цветности, мощные выходные каскады строчной и кадровой разверток, отклоняющие системы, система магнитов сведения, блок формирования сигналов сведения.

Из этого рассмотрения возникает мысль о возможности использования черно-белого телевизора в качестве составной части цветного путем создания приставки, которая содержит перечисленные выше специфические «цветные» блоки, или путем встраивания этих блоков в черно-белый телевизор, т. е. переделки его в цветной.

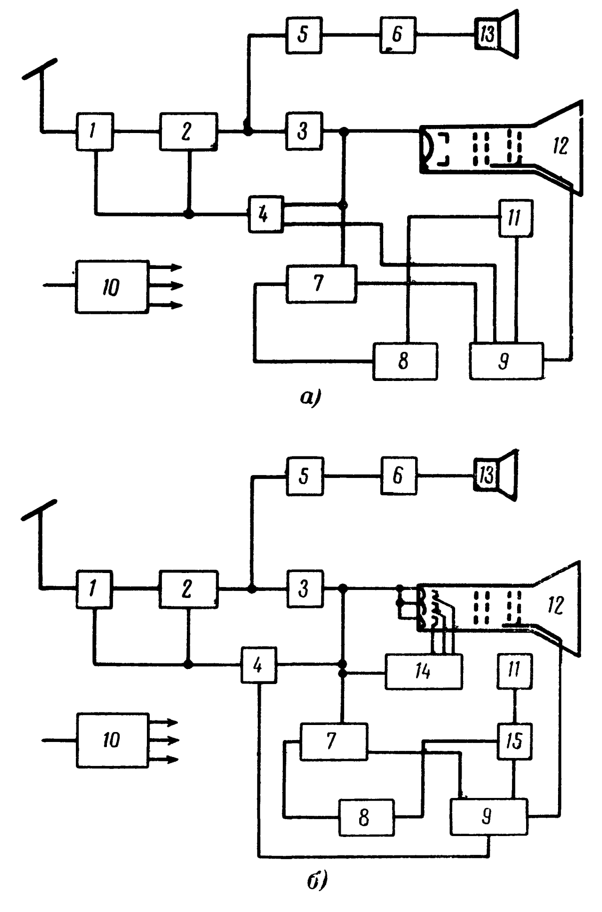


Рис. 1. Скелетные схемы черно-белого (*а*) и цветного (*б*) телевизоров.

1 — переключатель телевизионных каналов (ПТК); *2* — усилитель промежуточной частоты изображения и видеодетектор (УПЧИ); *3* — усилитель видеочастот (ВУ); *4* — схема автоматической регулировки усиления (АРУ); *5* — усилитель промежуточной (разностной) частоты звука (УПЧЗ); *6* — усилитель звуковых частот (УНЧ); *7* — схема синхронизации; *8* — блок кадровой развертки (БКР); *9* — блок строчной развертки (БСР); *10* — блок питания (БП); *11* — отклоняющая система (ОС); *12* — кинескоп; *13* — громкоговоритель; *14* — блок декодирования сигналов цветности; *15* — блок сведения лучей.

Более глубокий анализ показывает неперспективность этих идей в таком простом понимании. Дело в том, что стоимость специфических «цветных» блоков и узлов превышает стоимость блоков, используемых от черно-белого телевизора, минимум в 4 раза. При

этом стоимость цветного кинескопа с узлами развертки и сведения составляет не менее 75% суммарной стоимости всех «цветных» блоков.

Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что использование черно-белого телевизора в качестве составной части цветного экономически оправдано только в том случае, если окажется возможным вместо трехлучевого масочного кинескопа применить другое, более дешевое воспроизводящее устройство.

Следующий вопрос, который должен быть рассмотрен при изучении перспективности использования черно-белого телевизора для приема цветного изображения, заключается в определении пригодности радиотракта черно-белых телевизоров для получения сигналов необходимого качества.

Дело в том, что во всех известных системах цветного телевидения применяется передача сигналов цветовой информации на поднесущей частоте, которая расположена в том же спектре частот, который используется для передачи сигнала яркости. При этом в разных системах поднесущая частота модулируется различными способами. Так, в системах NTSC и PAL применяется амплитудно-фазовая («квадратурная») модуляция, в системе SEKAM и в принятой в СССР советско-французской системе — частотная модуляция [Л. 1].

Наличие в составе принимаемого сигнала цветовой поднесущей, имеющей тот или иной вид модуляции, предъявляет некоторые особые требования к приемному тракту цветного телевизора, невыполнение которых может привести к различным искажениям или помехам, видимым на изображении. Особенно высокие требования к приемному тракту предъявляет принятая в США и Японии американская система NTSC. Для приемника цветного телевидения по системе NTSC считаются обязательными следующие требования:

Ширина полосы пропускаемых частот приемного тракта (при разносе несущих 6,5 *Мгц* и поднесущей 4,43 *Мгц*)	Не менее 5,8 *Мгц*
Подавление несущей звукового сопровождения в канале УПЧ изображения	Не менее 40 *дб*
Нелинейные искажения в тракте . . .	Не более 10%
Дифференциально-фазовые искажения	Не более 5°

Ни один телевизионный приемник черно-белого изображения перечисленным требованиям не удовлетворяет и без существенной переработки не может быть использован для получения сигналов, необходимых для качественного воспроизведения цветного изображения.

Принятая в СССР система с частотной модуляцией цветовой поднесущей предъявляет менее жесткие требования к приемному тракту:

Ширина полосы пропускаемых частот	Не менее 5,0 *Мгц*
Подавление несущей звукового сопровождения	20—26 *дб*
Нелинейные искажения	15—20%
Дифференциально-фазовые искажения	Не оговариваются

Этим требованиям удовлетворяют все современные (унифицированные) модели черно-белых телевизоров, а при соответствующей подстройке могут удовлетворять и старые модели, а также телевизоры большинства радиолюбительских конструкций.

Таким образом, с точки зрения электрических параметров особых препятствий к использованию черно-белых телевизоров для приема цветных изображений не имеется и основным вопросом, определяющим возможность и целесообразность создания приставки к черно-белому телевизору, является возможность разработки дешевого воспроизводящего устройства.

Наиболее заманчивым представляется создание такой приставки, в которой цветное изображение получалось бы на экране имеющегося в телевизоре кинескопа белого свечения. Такая идея принципиально может быть осуществлена несколькими способами. Самым известным из них является применение вращающегося перед

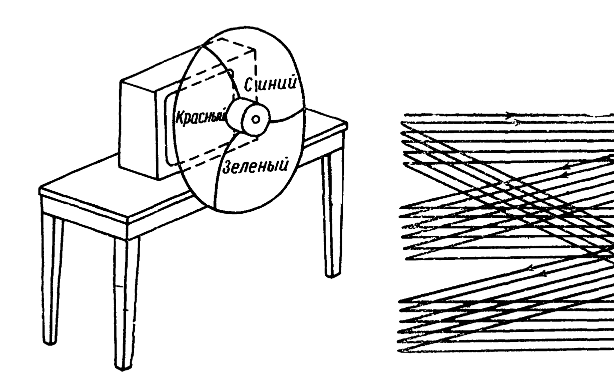


Рис. 2. Приставка с вращающимся диском.

Рис. 3. Сложная развертка для получения трех растров.

кинескопом диска, состоящего из 3 или 6 секторов, выполненных из пленочных светофильтров красного, синего и зеленого цветов, как показано на рис. 2.

При этом диск должен вращаться электродвигателем, синхронизированным частотой кадровой развертки. Одновременчо синхронно со сменой цветов светофильтров перед экраном должны коммутироваться цветовые сигналы, подаваемые на модулирующий электрод кинескопа.

Такая система обладает рядом существенных недостатков. Главнейшие из них следующие: наличие движущихся частей; большие габариты даже при маленьком размере изображения; относительно низкая яркость изображения, определяемая тем, что в составе белого свечения обычных кинескопов очень мала составляющая красного цвета; видность мелькания, объясняющаяся низкой частотой смены полных цветных кадров, которая составляет всего $\frac{50}{3} = 16{,}6$ *гц*.

Разновидностью является система со светофильтрами, вращающимися не перед экраном телевизора, а перед глазами зрителя.

Основные недостатки, а именно видность мелькания и низкая яркость, при этом сохраняются.

Другая возможная система основана на том, что на экране кинескопа путем сложной развертки электронного луча, показанной на рис. 3, получают три изображения (по 208 строк), сжатых по вертикали. За время одного поля (20 *мсек*) луч прочерчивает три растра по 208 строк в каждом (начало развертки в левом верхнем углу, конец — в правом нижнем). Изображения прикрываются светофильтрами. При помощи системы полупрозрачных и обычных зеркал три цветоделенные изображения совмещаются, а при помощи цилиндрической линзы увеличиваются по вертикали до нормального формата (см. рис. 4).

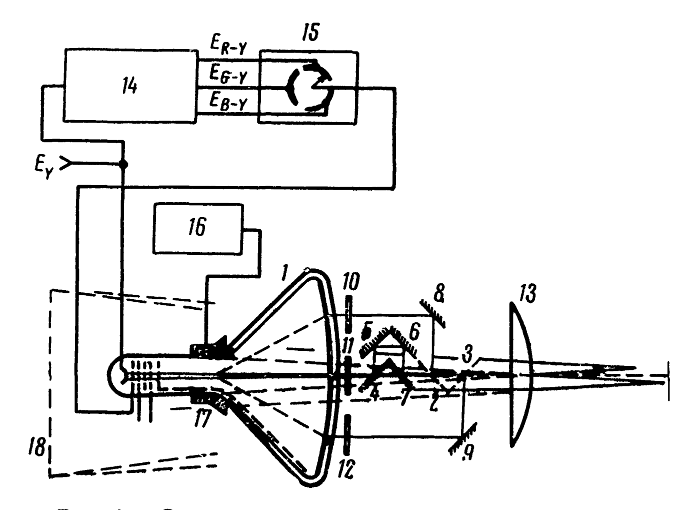


Рис. 4. Схема получения совмещенного цветного изображения из трех цветоделенных изображений на одном кинескопе белого свечения.

1—кинескоп; *2, 3*—полупрозрачные зеркала; *4, 5, 6, 7, 8, 9*—зеркала; *10, 11, 12*—светофильтры; *13*—цилиндрическая линза, дающая увеличение только по вертикали; *14*—блок цветности; *15*—электронный коммутатор для переключения цветоразностных сигналов синхронно с частотой строк; *16*—блок разверток; *17*—отклоняющая система; *18*—совмещенное цветное изображение (мнимое).

Такой системе также присущи серьезные недостатки: низкая яркость, низкая четкость по вертикали, сложность каскадов развертки и коммутации цветовых сигналов, невозможность получения точного пространственного совмещения трех цветоделенных изображений.

Перечисленные выше недостатки, некоторые из которых являются принципиально непреодолимыми (например, низкая яркость), делают идеи воспроизведения цветного изображения с помощью кинескопа белого свечения неперспективными.

Таким образом, приставка должна иметь собственное воспроизводящее устройство, которое должно быть значительно более деше-

вым, нежели трехлучевые кинескопы, используемые в цветных телевизорах. Только при выполнении этого условия изготовление приставки к черно-белым телевизорам для воспроизведения цветного изображения имеет смысл.

ВЫБОР ВОСПРОИЗВОДЯЩЕГО УСТРОЙСТВА

В настоящее время в качестве воспроизводящего устройства для цветных телевизоров применяется трехлучевой кинескоп с теневой маской и трехцветным мелкоструктурным люминофорным покрытием экрана. Такие кинескопы выпускаются в различных вариантах размера экрана: 40, 47, 59 и 65 *см* по диагонали с углом отклонения лучей 70, 90 и 110°. Современные масочные кинескопы имеют яркость свечения (в белом) при предельных токах лучей 50—100 *нит* и обеспечивают высокое качество цветного изображения.

Несмотря на это, цветное воспроизводящее устройство продолжает оставаться проблемой из-за того, что масочный кинескоп требует специальной и очень сложной технологии изготовления и сборки, которая должна обеспечивать необходимые для его работы чрезвычайно высокие точности и стабильность взаимного расположения отверстий маски, триад люминофора и электронных прожекторов. При этом даже в условиях высокомеханизированного массового производства стоимость кинескопа высока.

Кроме того, трехлучевой масочный кинескоп требует применения мощных каскадов развертки и питания анода.

В связи с этим работы по изысканию путей построения более дешевого воспроизводящего устройства не прекращаются и в мировой патентной литературе продолжают появляться различные новые идеи. В настоящее время пользуется известностью ряд специальных цветных кинескопов, отличающихся от масочного [Л. 2], к ним относятся:

1. Трехлучевой хромотрон — трубка, отличающаяся от масочной наличием вместо маски (имеющей вид пластины с отверстиями) сетки, представляющей собой натянутые вблизи экрана проволоки.
2. Однолучевой хромотрон — аналогичен трехлучевому, только с одним электронным прожектором и с проволочной сеткой, разбитой на две группы, на которые подается специальный сигнал управления цветом.
3. Так называемая трубка «Зебра» (однолучевая), имеющая вертикально-линейчатую структуру люминофорного покрытия экрана и выдающая индексный сигнал, используемый для переключения сигналов цветности синхронно с прохождением луча по линиям люминофора разных цветов.

Все перечисленные кинескопы и их разновидности, к сожалению, не решают проблемы, так как являются либо такими же сложными, как масочный кинескоп, либо не обеспечивают достаточно высоких параметров воспроизводимого изображения.

Кроме упомянутых выше цветных кинескопов, известны цветные воспроизводящие устройства, основанные на применении трех кинескопов с обычным люминофорным покрытием красного, синего и зеленого свечений. На таких кинескопах могут быть получены самостоятельные цветоделенные изображения в красном, синем и зеленом цветах, которые затем должны быть пространственно совмещены. Такое совмещение может быть достигнуто двумя способами: способом оптической проекции на отражательный или просвет-

ный экран; способом визуального совмещения с помощью полупрозрачных или дихроических зеркал. Первый способ показан на рис. 5. Изображение, проектируемое на экране средним проектором, имеет прямоугольную форму. Изображения от крайних проекторов искажены за счет неравных расстояний правого и левого краев экрана от объективов.

Таким образом, при проектировании на одно и то же поле экрана трех изображений из различных точек пространства получаются геометрические искажения, которые приходится с высокой точностью корректировать при помощи сложных электрических схем.

Проекционное воспроизводящее устройство применяется для получения больших размеров изображения. Для приставки оно мало перспективно ввиду большой стоимости необходимых для него высокосветильных проекционных объективов.

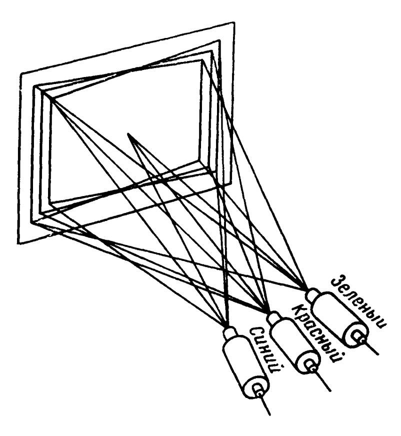


Рис. 5. Проекционная система.

Способ визуального совмещения трех цветоделенных изображений крайне прост. На рис. 6 показан вариант такого устройства. При визуальном оптическом совмещении с помощью полупрозрачных зеркал не возникает каких-либо геометрических

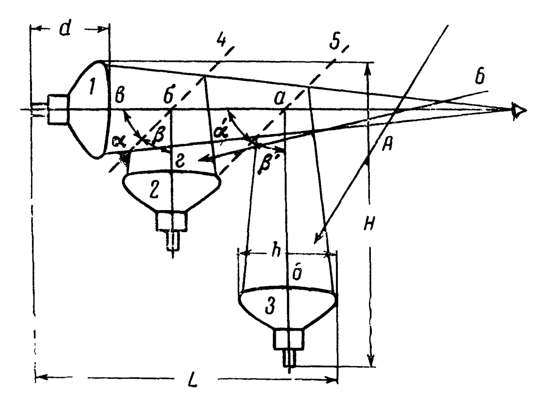


Рис. 6. Тринескоп (первый вариант).
1, 2, 3 — кинескопы; 4, 5 — полупрозрачные зеркала.

или нелинейных искажений или астигматизма, которые нуждались бы в специальной корректировке. Воспроизводящее устройство с тремя кинескопами и двумя полупрозрачными или дихроическими

зеркалами давно известно и встречается в технической литературе под названием «тринескоп».

Тринескоп обеспечивает высокие параметры цветного изображения, не уступающие трехлучевому масочному кинескопу. Основным недостатком тринескопа, из-за которого он не получил сколько-нибудь широкого распространения, является его громоздкость.

Между тем постановка задачи по разработке нового дешевого цветного кинескопа специально для приставки вряд ли может иметь успех, поскольку к нему будут предъявляться те же требования, что и к кинескопу, предназначенному для цветного телевизора.

Таким образом, если оставить мысль о разработке совершенно нового воспроизводящего устройства, свободного от всех упомянутых выше недостатков, то вопрос о выборе воспроизводящего устройства для приставки может быть решен только в пользу применения тринескопа и остается лишь найти оптимальный компромисс между размером изображения и габаритами всего устройства.

ВЫБОР ОПТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ

На рис. 6, 7 и 8 изображены варианты тринескопа с различным взаимным расположением кинескопов. Варианты на рис. 6 и 7 позволяют использовать как дихроические (цветоизбирательные), так и полупрозрачные зеркала.

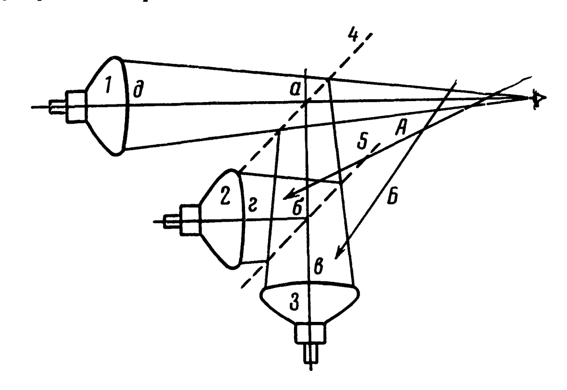


Рис. 7. Тринескоп (второй вариант).

1, 2, 3 — кинескопы; 4, 5 — полупрозрачные зеркала.

Вариант на рис. 8 требует применения только дихроических зеркал, так как в случае применения в нем полупрозрачных зеркал трубки будут сильно засвечивать друг друга, что резко уменьшит контрастность изображения. Кроме того, в варианте на рис. 8 неизбежно будет просматриваться линия стыка зеркал. Преимуществом этого варианта являются меньшие габариты.

Применение в вариантах на рис. 6 и 7 дихроических зеркал было бы очень желательным с точки зрения экономии светового потока и, следовательно, получения высокой яркости. Дихроические зеркала, имеющие специальное многослойное покрытие, обладают

цветоизбирательными свойствами, т. е. каждое такое зеркало отражает световые лучи одного определенного цвета и свободно пропускает свет всех остальных цветов, причем потери света на поглощение составляют лишь единицы процентов. Однако изготовление дихроических зеркал требует сложной технологии и получение достаточно больших зеркал вообще является проблемой.

Поэтому, несмотря на сравнительно большие светопотери, для дешевого устройства следует применять обычные полупрозрачные зеркала, представляющие собой стеклянную пластину с нанесенным с одной стороны тонким металлическим покрытием. Покрытие наносится методом так называемого «катодного распыления» алюминия или хрома в вакуумной камере. Толщина покрытия, а следовательно, отношение $K_{отр}/K_{проп}$ регулируется временем экспозиции

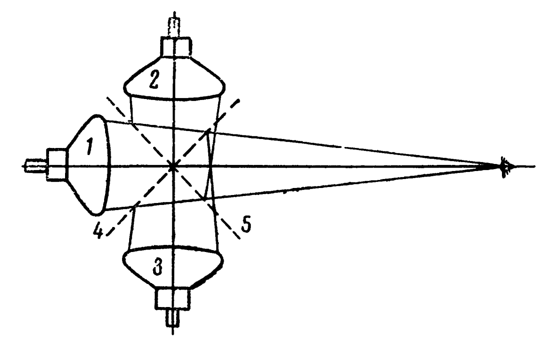


Рис. 8. Тринескоп (третий вариант).
1, 2, 3 — кинескопы; *4, 5* — дихроические зеркала.

в режиме распыления (заметим, что в настоящее время обыкновенные «бытовые» зеркала напыляются таким же способом, только с большей и не точно регламентированной экспозицией).

Что касается достоинств и недостатков вариантов на рис. 6 и 7, то на первый взгляд эти схемы представляются равноценными. В дальнейшем будет показано, что вариант на рис. 6 имеет преимущества в части уменьшения видности паразитных изображений. Кроме того, из рисунков видно, что в варианте рис. 6 оба зеркала обращены отражающими слоями вниз, тогда как в варианте на рис. 7 одно из зеркал расположено отражающим слоем вверх. Это затрудняет удаление пыли с поверхности зеркала.

ВЫБОР ТИПА КИНЕСКОПОВ

Из рассмотрения приведенных выше оптических схем видно (см. рис. 6), что габаритные размеры тринескопа — высота H и глубина L — равны между собой и составляют $H = L \geqslant 2h + d$, где h — размер кинескопа по высоте экрана и d — длина кинескопа. Отсюда видно, что попытка скомпоновать тринескоп на кинескопах с относительно большим экраном, таких как 47ЛК или 59ЛК, приведет к совершенно неприемлемым габаритам. Такие кинескопы, как 35ЛК2 или 35ЛК6, также не позволяют обеспечить сколько-нибудь

приемлемые размеры устройства. Здесь большую роль играет длина *d*, свойственная кинескопам старой конструкции с малым углом отклонения луча.

Из всего ассортимента кинескопов, выпускаемых отечественной промышленностью, наиболее подходящим является кинескоп 23ЛК9. Этот кинескоп имеет угол отклонения луча 90°, укороченную электронно-оптическую систему и тонкую горловину диаметром 20 *мм*. С люминофором белого свечения этот кинескоп (23ЛК9Б) используется в серийном телевизоре «Юность». Электронной промышленностью разработаны варианты этого кинескопа, специально предназначенные для применения в тринескопе: 23ЛК9-К — красный, 23ЛК9-З — зеленый и 23ЛК9-С — синий.

В табл. приводятся некоторые параметры отечественных кинескопов, которые необходимо учитывать при конструировании тринескопа.

Таблица 1

Тип кинескопа	$U_а$, *кв*	*I*, *мка*	Яркость, *нит*	Энергия откл. по строкам, *мдж*	Энергия откл. по кадрам, *вт*
23ЛК9-Б	9	30	400	0,38	0,56
23ЛК9-К	10	30	125	0,38	0,56
23ЛК9-З	10	30	675	0,38	0,56
23ЛК9-С	10	30	100	0,38	0,56
35ЛК6-Б	14	80	80	0,89	1,87
47ЛК2-Б	16	100	100	1,54	1,5
16ЛК1-Б	9	50	200	0,126	0,2
11ЛК1-Б	9	50	200	0,058	0,12

Из таблицы видно, что и по такому параметру, как энергия, необходимая для отклонения луча, кинескоп 23ЛК9 имеет существенные преимущества перед другими, так как позволяет осуществить развертку для всех трубок от выходных каскадов, выполненных на обычных лампах (6П36С, 6Ф5П), тогда как развертка для трех трубок 35ЛК6 или 47ЛК2 потребует очень большой мощности каскадов. По этому параметру, а также по габаритам может представлять также значительный интерес использование трубок 16ЛК и 11ЛК, но удовлетвориться столь маленьким размером изображения в настоящее время довольно трудно. Такие кинескопы, однако, могут быть использованы в тринескопе с оптическим увеличением.

ОПТИЧЕСКОЕ УВЕЛИЧЕНИЕ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Оптическое увеличение телевизионных изображений известно давно и может быть осуществлено двумя способами: путем проекции на отражательный или просветный экран и с помощью линзы (лупы). Первый способ является дорогим, так как требует применения высокосветильных объективов. Кроме того, проекция изобра-

жения на экран сопровождается многократной потерей яркости. Второй способ крайне прост и не сопровождается уменьшением яркости.

На рис. 9 показан ход световых лучей при применении увеличительной линзы Как видно из рисунка, увеличенное изображение (мнимое) получается за кинескопом, причем расстояние от линзы до мнимого изображения больше расстояния от линзы до кинескопа в K раз, где K — коэффициент увеличения. Коэффициент увеличения K зависит от фокусного расстояния применяемой линзы и от расстояния, на котором линза находится от кинескопа.

С помощью линзы можно получить очень большое увеличение, если ее отодвигать от кинескопа или же уменьшать ее фокусное расстояние, однако необходимо иметь в виду, что расстояние между экраном кинескопа и линзой должно быть обязательно меньше ее фокусного расстояния.

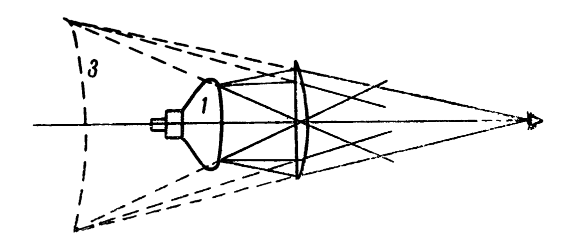


Рис. 9. Оптическое увеличение с помощью линзы.

1 — кинескоп; *2* — увеличительная линза (плоско-выпуклая); *3* — увеличенное изображение (мнимое).

Для увеличения телевизионного изображения в качестве приставки к телевизору применялись (и применяются) плоско-выпуклые увеличительные линзы из оргстекла с заполнением водой или глицерином. Такие линзы обычно делают с фокусным расстоянием в 20—30 *см* и устанавливают на небольшом расстоянии от кинескопа. Расстояние это может регулироваться по желанию зрителей.

Как видно из рис. 9, при выборе коэффициента увеличения (путем перемещения линзы) предел определяется тем обстоятельством, что увеличенное (мнимое) изображение может стать больше самой линзы и тогда при рассматривании из отдаленной точки видимая часть изображения будет ограничиваться размером линзы. Кроме того, даже если размер линзы больше получаемого изображения, то последнее так же начинает ограничиваться с одного края при рассматривании сбоку. Короче говоря, габариты линзы ограничивают зону обзора и ограничение это тем больше, чем дальше расположена линза от кинескопа. Поэтому обычно, чтобы не очень увеличивать размеры и вес линзы, ее делают с относительно маленьким фокусным расстоянием (20—30 *см*) и довольствуются коэффициентом увеличения $K = 1{,}2 \div 1{,}5$. При размерах линзы, превышающих экран кинескопа в 2 раза, получается зона обзора, достаточная для размещения 3—5 зрителей. Близкое расположение линзы по отношению к кинескопу в тринескопе невозможно ввиду наличия зеркал. Линза может быть расположена лишь перед зеркалами, в плоскости смотрового окна (рис. 10).

Этим расстоянием и желаемым коэффициентом увеличения определяются необходимое фокусное расстояние линзы, а также ее габариты, которые неизбежно получаются довольно большими. Так, для тринескопа с трубками 23ЛК9 для получения коэффициента увеличения $K = 1{,}5$ требуется линза с фокусным расстоянием 120 *см* и размерами, по крайней мере, 180 × 380 *мм*.

При этом видимое цветное изображение будет иметь размер по диагонали $23 \cdot 1{,}5 = 35$ *см*, а зона обзора будет достаточна для размещения 5—7 зрителей. Требуемая линза в случае выполнения ее из оргстекла с жидкостным заполнением будет довольно громоздка и тяжела (около 8 *кг*).

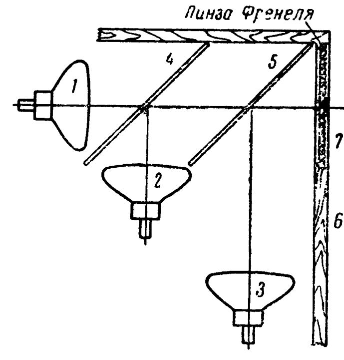


Рис. 10. Размещение линзы в тринескопе.

1, 2, 3 — кинескопы; *4, 5* — полупрозрачные зеркала; *6* — корпус; *7* — смотровое окно с линзой Френеля

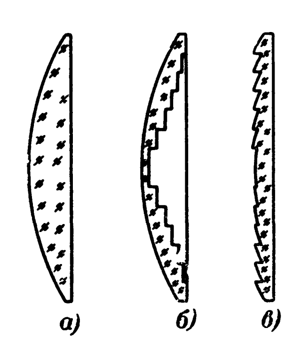


Рис. 11. Принцип линзы Френеля.

а — линза простая плоско-выпуклая; *б* — линза Френеля вогнуто-выпуклая; *в* — линза Френеля „плоская".

В последнее время в различных оптических приборах, а также для целей визуального увеличения телевизионных изображений стали широко применяться плоские линзы Френеля из оргстекла (рис. 11). На рис. 11, *б* показано, как можно удалить избыточное количество материала, причем оптические свойства линзы от этого не изменяются. На рис. 11, *в* линза как бы сплющена и имеет кольцевую структуру. Каждое кольцо представляет собой плоско-выпуклую линзу. Структура должна быть достаточна мелкой, чтобы не быть заметной при рассматривании изображения.

Такая линза представляет собой пластину из оргстекла толщиной 3—4 *мм* с оттиском на одной стороне необходимой кольцевой структуры. В продаже имеется один тип телевизионной линзы Френеля с фокусным расстоянием 60 *см*. Для применения в тринескопе на трубках 23 *см* эта линза не подходит, так как при расстоянии от линзы до кинескопов около 300 *мм* (а меньше оно быть не может) увеличение получается чрезмерно большим ($K = 2{,}5$) и зона обзора настолько сокращается, что изображение может смотреть только один зритель.

Линза с фокусным расстоянием 60 *см* может быть применена с кинескопами 14 *см* по диагонали (такие кинескопы промышлен-

ностью изготовляются). При этом может быть получено увеличение $K = 2$. Видимый размер изображения будет 28 *см* при вполне удовлетворительных габаритах.

ЯРКОСТЬ ИЗОБРАЖЕНИЯ И БАЛАНС БЕЛОГО ЦВЕТА

Как известно, для получения синтетического белого при сложении трех основных цветов требуется условие: $W = 0{,}33R + 0{,}56G + 0{,}11B$, где R, G, B — соответственно составляющие красного, зеленого и синего цветов. Яркость современных кинескопов белого свечения достигает 100—200 *нит* и более. Яркость в белом в современных трехлучевых цветных кинескопах составляет 50—100 *нит*. Для того чтобы яркость тринескопа в белом имела тот же порядок, необходимо иметь достаточно высокую яркость каждого цвета и наиболее целесообразным образом ее использовать.

Можно, например, использовать в тринескопе кинескопы белого свечения (см. табл. 2), покрыв их экраны пленочными светофильтрами красного, синего и зеленого цветов (могут подойти фильтры, предназначенные для театральных осветительных приборов).

Однако ввиду того, что белые люминофоры имеют недостаточно благоприятный для этого спектральный состав, яркости получатся значительно более низкими, чем можно получить от кинескопов с люминофорами соответствующих цветов свечений.

Таблица 2

Тип кинескопа	Цвет свечения люминофора	Цвет светофильтра	Яркость, *нит*
23ЛК9-Б	Белый	Без фильтра	400
23ЛК9-Б	»	Красный	20
23ЛК9-Б	»	Зеленый	200
23ЛК9-Б	»	Синий	50
23ЛК9-К	Красный	Без фильтра	125
23ЛК9-З	Зеленый	То же	675
23ЛК9-С	Синий	» »	100

Примечание: При токе луча 30 *мка* и ускоряющем напряжении 10 *кв*.

Как видно из оптической схемы (рис. 6), часть светового потока, излучаемого экраном кинескопа *3*, для того чтобы достигнуть глаз зрителя, должна отразиться от полупрозрачного зеркала *5*. Такая же часть светового потока пройдет сквозь зеркало *5* и будет рассеяна без пользы. Некоторая часть светового потока будет потеряна за счет поглощения в стекле и в металлическом слое зеркала.

Световой поток от кинескопа *2* должен отразиться от зеркала *4* и пройти сквозь зеркало *5*. При этом, если пренебречь потерями, глаза зрителя достигнет одна четвертая часть светового потока. Такое же использование светового потока следует ожидать и для кинескопа *1*, свет от которого должен пройти через оба зеркала. Таким образом, кинескоп *3* в отношении светопотерь находится в преимущественном положении.

Как видно из табл. 2, самую большую яркость имеет зеленый кинескоп. Следовательно, его можно поставить в положение *1* или *2* (по некоторым соображениям, которые будут изложены ниже, первое положение для зеленого кинескопа является лучшим). Так как яркости синего и красного отличаются незначительно, а красного в составе белого должно содержаться в 3 раза больше, чем синего (0,33 и 0,11), следует красный кинескоп поставить в преимущественное положение.

Если принять, что для полупрозрачных зеркал с алюминиевым покрытием потери на поглощение составляют 30%, а толщина покрытия выбрана из расчета равенства коэффициентов пропускания и отражения $m = n$, то каждое зеркало будет пропускать 35% светового потока и столько же отражать. В этом случае при выбранном расположении кинескопов яркости их будут казаться для зрителя следующими: красного $125 \cdot 0{,}35 = 44$ *нит*; зеленого $675 \cdot 0{,}35 \cdot 0{,}35 = 82$ *нит*; синего $100 \cdot 0{,}35 \cdot 0{,}35 = 12$ *нит*.

При этом соотношение яркостей будет составлять 0,32К + + 0,53З + 0,09С, что весьма близко к соотношению, нужному для получения белого цвета. Точный баланс белого может быть легко получен регулировкой токов лучей в небольших пределах.

Поскольку яркость красного составляет одну треть от яркости белого, можно считать, что яркость изображения на тринескопе с кинескопами 23ЛК9-К, 23ЛК9-З и 23ЛК9-С составит $44 \times 3 = 130$ *нит*. При использовании кинескопов белого свечения 23ЛК9Б со светофильтрами яркость изображения в белом составит 20 *нит*, что можно считать достаточным для наблюдения в затемненной комнате.

КОНТРАСТНОСТЬ

Контрастность изображения на трехтрубочном воспроизводящем устройстве зависит, в основном, от контрастности самих кинескопов. Некоторые факторы, специфические для этого устройства, могут способствовать ухудшению контрастности. Главнейшим из них является засветка темных мест изображения косыми лучами соседних кинескопов. Может иметь значение также рассеянный свет, отраженный от внутренней поверхности стенок футляра, если не принять меры к их эффективному зачернению.

Значимость этих факторов не очень велика и вряд ли даст ухудшение контрастности более чем в 1,5—2 раза по сравнению с тем, что дает сам кинескоп, что вполне допустимо.

Существенным достоинством трехтрубочного воспроизводящего устройства в отношении реальной контрастности является его малая чувствительность к внешней засветке. Это обеспечивается тем, что экраны кинескопов защищены от прямого попадания на них лучей от комнатных источников света стенками футляра, а также полупрозрачными зеркалами.

СОВМЕЩЕНИЕ ЦВЕТОДЕЛЕННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

При правильном взаимном расположении кинескопов и полупрозрачных зеркал экран кинескопа *1* и видимые отраженными в зеркалах *4* и *5* экраны кинескопов *2* и *3* оказываются точно совмещенными, как бы наложенными друг на друга. Для обеспечения этого необходимыми условиями являются: равенство расстояния *ав*=*ад*=*абг* (см. рис. 6), правильное расположение кинескопов, при

котором оси их совпадают с линиями *бв, бг* и *ад,* и равенство углов $\alpha = \beta$, $\alpha' = \beta'$.

Практически для выполнения этих условий в конструкции оптического блока должна быть предусмотрена возможность юстировки положения зеркал, а установка кинескопов должна обеспечиваться с достаточной точностью.

При соблюдении необходимых условий экраны всех трех кинескопов оказываются визуально совмещенными и это совмещение не должно нарушаться при каком угодно отклонении глаз зрителя от осевой линии кинескопа *1*. Это иллюстрируется рис. 12.

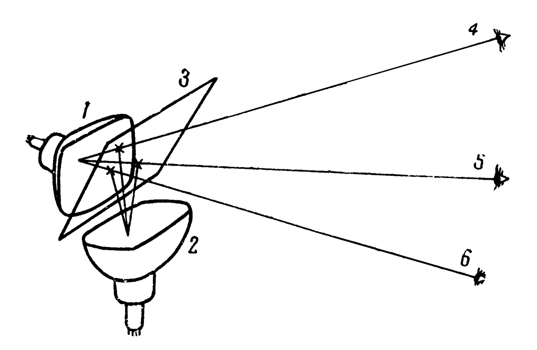


Рис. 12. Иллюстрация совмещения при параллаксе.

1, 2 — кинескопы; *3* — полупрозрачное зеркало; *4, 5, 6* — различные точки расположения глаз зрителей.

Точное визуальное совмещение экранов трех кинескопов необходимо, но еще не достаточно для совмещения трех цветоделенных изображений. Для совмещения изображений необходимо выполнение следующих условий:

а) совмещение центра изображения с центром экрана на каждом кинескопе («центровка»);

б) одинаковые размеры растров (по вертикали и по горизонтали) на всех кинескопах;

в) одинаковые нелинейные искажения развертки для всех кинескопов;

г) достаточно малые геометрические искажения (дисторсии) типов «подушка», «бочка», «параллелограмм» и др.

Для выполнения этих условий в схеме приставки должны быть предусмотрены соответствующие электрические регулировки.

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ОПТИЧЕСКОГО БЛОКА

Взаимное расположение кинескопов и полупрозрачных зеркал, показанное на рис. 6 и 7, ограничивает возможный угол обзора изображения. Увеличение этого угла, особенно в вертикальной плоскости, требует еще большего увеличения габаритов всего устройства. Так как это является крайне нежелательным, появляется необходимость такого размещения оптического блока, при котором его основная ось (ось кинескопа *1*) была бы направлена в сторону глаз зри-

телей. В простейшем случае для этого необходимо, чтобы все устройство было приподнято до уровня глаз. Это опять-таки невыгодно из-за увеличения высоты всего устройства. Иначе этого можно достигнуть, расположив оптический блок достаточно низко, но наклонив его по отношению к горизонтальной плоскости (рис. 13).

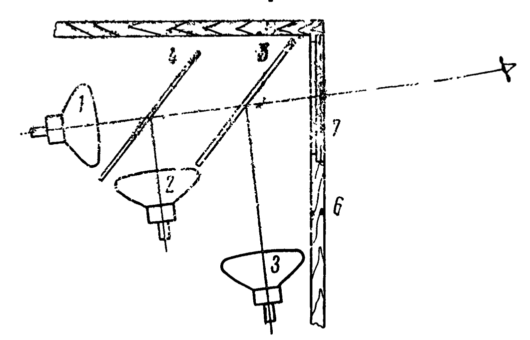


Рис. 13. Наклонное расположение оптического блока.

1, 2, 3 — кинескопы; *4, 5* — полупрозрачные зеркала; *6* — корпус; *7* — смотровое окно (устройство имеет наклон в 10°).

Как видно из рисунка, здесь опять получится проигрыш в габаритах по глубине. Третьим способом, которым может быть решен этот вопрос, является наклон оси только одного кинескопа, с некоторым изменениям углов наклона зеркал (рис. 14). На рис. 14 даны основные конструктивные размеры оптического блока тринескопа с кинескопами 23ЛК9. Ось кинескопа *1* наклонена на 5° к горизонтальной плоскости, ось кинескопа *2* перпендикулярна оси *1*.

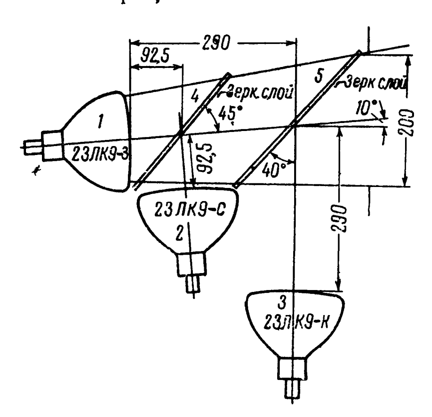


Рис. 14. Оптический блок с наклоном оси одного кинескопа.

1, 2, 3 — кинескопы; *4, 5* — полупрозрачные зеркала.

При рассмотрении любого из вариантов оптического блока можно заметить, что если специально «заглянуть» в смотровое окно, то, кроме совмещенного цветного изображения, будут видны светящиеся экраны отдельных кинескопов. Видность этих экранов является более или менее существенным недостатком тринескопа. Так, в варианте на рис. 7, «заглядывая» по стрелке *А*, можно видеть экран кинескопа *2*, что очень существенно, по стрелке *Б* виден экран кинескопа *3*, который будет находиться в поле зрения при нормальном пользовании приставкой.

В варианте на рис. 6 (и рис. 14) дело обстоит значительно лучше: хотя по стрелке *А* виден кинескоп *3* (красный), однако при нормальном наблюдении цветного изображения он не просматривается; по стрелке *Б* виден «вскользь» экран кинескопа *2*, который в виде узкой полоски может просматриваться непосредственно под цветным изображением. Если кинескоп *2* — синий, то яркость его небольшая.

В конструкции оптического блока, приведенной на рис. 14, должна быть предусмотрена возможность юстировки положения полупрозрачных зеркал путем вращения их в небольших пределах вокруг продольных осей. После юстировки положение зеркал должно быть зафиксировано. Должны также быть приняты меры к тому, чтобы на зеркала не передавались деформирующие усилия, возникающие в конструкции при перемещении, транспортировке или при установке в корпусе.

При конструировании оптического блока необходимо предусмотреть выполнение следующих технических требований:

1. Точность установки кинескопов по глубине не хуже ± 1 *мм*;
2. Возможность регулировки положения зеркал в пределах угла поворота ± 3°;
3. Жесткость конструкции, обеспечивающую сохранность положения зеркал и кинескопов;
4. Возможно более полная герметизация с целью защиты зеркал и кинескопов от запыления;
5. Покрытие футляра изнутри матовой черной краской;
6. Возможность поворота отклоняющих систем вокруг горловин кинескопов с последующим их закреплением.

СХЕМНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

При разработке электрической схемы приставки следует уделить особое внимание простоте, минимальной стоимости, а также наиболее полному использованию тех элементов схемы, которые имеются в черно-белом телевизоре. Желательным является, чтобы приставка могла работать в комплекте с телевизором любой модели.

Поскольку приставка требует относительно большой мощности строчной и кадровой разверток для отклонения лучей трех кинескопов, представляется, что выходные каскады генераторов разверток в приставке должны быть собственными. Это является очевидным также и потому, что выходные каскады разверток требуют согласования с отклоняющими системами.

В целях упрощения приставки представляется целесообразным использовать имеющиеся в телевизоре задающие генераторы разверток, а также не дублировать схему синхронизации. Исходя из этого, коммуникации между приставкой и телевизором должны транспортировать, как минимум, следующие сигналы: полный видеосигнал, импульс строчной развертки и импульс кадровой развертки.

Дублировать в приставке звуковоспроизводящую часть телевизора не имеет никакого смысла, так как чаще всего приставка будет стоять в одной комнате с телевизором. В случае необходимости размещения приставки и телевизора в разных помещениях звуковой сигнал с выхода УНЧ телевизора может передаваться по дополнительной паре проводов и воспроизводиться отдельным громкоговорителем.

Так как в пределах жилой комнаты телевизор и приставка могут занимать различные положения, целесообразно предусмотреть гибкий соединительный кабель, имеющий длину 3—5 *м*. Это обстоятельство предъявляет особые требования к свойствам передаваемых сигналов, а именно: источник видеосигнала должен быть низкоомным, согласованным с волновым сопротивлением коаксиального кабеля; источники импульсных сигналов разверток также

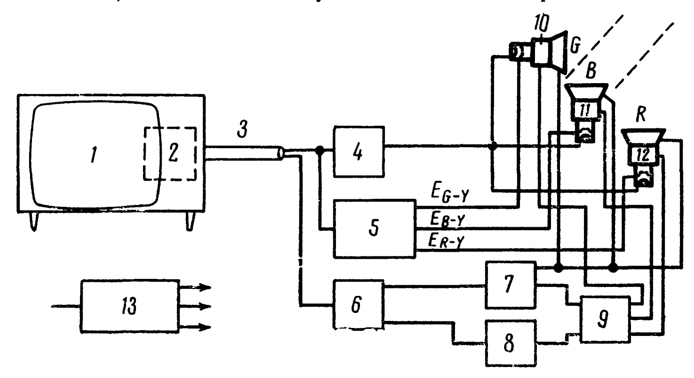


Рис. 15. Скелетная схема приставки.

1 — телевизор; *2*—катодный повторитель, встроенный в телевизор; *3* — соединительный кабель; *4* — видеоусилитель яркостного сигнала; *5* — блок выделения сигналов цветности; *6* — каскады формирования сигналов разверток; *7* — выходной каскад строчной развертки; *8* — выходной каскад кадровой развертки; *9* — блок совмещения; *10, 11, 12* — отклоняющие системы; *13* — блок питания.

должны быть низкоомными и относительно низковольтными во избежание пробоя изоляции соединительных проводов и излучения помех.

В соответствии с изложенными здесь и ранее соображениями на рис. 15 представлена электрическая блок-схема всего устройства.

СХЕМА ПЕРЕХОДА ОТ ТЕЛЕВИЗОРА К ПРИСТАВКЕ

Требование низкоомного источника видеосигнала наиболее просто решается встраиванием в телевизор катодного повторителя (рис. 16). При этом целесообразно использовать не полную амплитуду видеосигнала с выхода, имеющегося в телевизоре видеоусилителя, а некоторую часть этого сигнала. Это позволяет иметь на входе приставки видеосигнал, одинаковый по амплитуде, независимо от типа используемого телевизора. Для каждого типа телевизора следует лишь подобрать делитель $R_1 - R_2$, а также емкость конденсатора C_1, корректирующую частотную характеристику.

Принятая в СССР система цветного телевидения с частотной модуляцией поднесущей не предъявляет особенно высоких требований к качеству видеотракта. Для работы приставки необходимо на ее вход подвести видеосигналы, содержащие яркостную составляющую и частотно-модулированную поднесущую цвета. Такие сигналы имеются на выходе видеоусилителя любого черно-белого телевизора.

Так как частотно-модулированная цветовая поднесущая занимает определенный спектр частот выше и ниже ее номинального значения (около 1 *Мгц*), необходимо, чтобы видеотракт телевизионного приемника, используемого для работы с приставкой, имел граничную частоту полосы пропускания не менее 5,2 *Мгц*. (При воспроизведении тест-таблицы 0249 на экране телевизора должна обеспечиваться четкость по вертикальному клину около 500 линий.) Такую полосу частот имеют современные унифицированные телевизоры УНТ-47/59, УНТ-35, а также телевизоры «Темп-6/7» и др. Старые модели телевизоров, а также телевизоры радиолюбительских конструкций, не обеспечивающие нужной полосы частот, должны быть соответствующим образом перестроены.

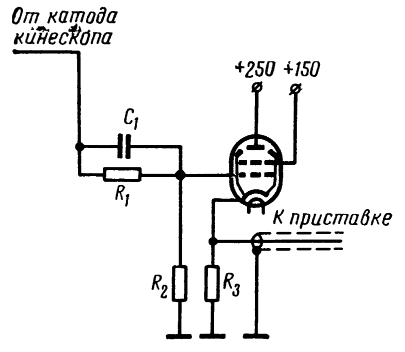


Рис. 16. Катодный повторитель.

Так как выходное сопротивление катодного повторителя составляет $1/S$, выбираем для него лампу 6П14П, которая при триодном включении имеет крутизну $S \approx 14$ *ма/в*. При этом выходное сопротивление составляет $R_i = 1/14 = 70$ *ом*, что достаточно хорошо согласуется с 75-омным кабелем. Резистор R_3, величина которого для согласования не критична, может находиться в приставке и подбираться из соображений выбора рабочей точки на характеристике лампы.

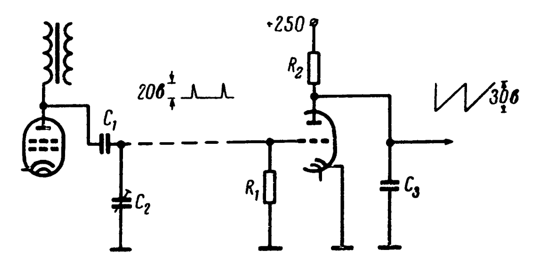


Рис. 17. Схема формирования сигнала кадровой развертки.

C_1 — C_2 — делитель; R_1 — резистор утечки сетки; R_2 — нагрузочный резистор; C_3 — конденсатор для формирования пилообразного напряжения.

Импульс строчной развертки для запуска выходного каскада, смонтированного в приставке, целесообразно взять с выходного каскада телевизора (с ТВС). Однако не все телевизоры имеют подходящую обмотку на ТВС, дающую импульс положительной полярности, а те, которые имеют такую обмотку, дают амплитуду импульса чрезмерно большую (150—250 *в*). В связи с этим целесообразно при доработке телевизора для состыковки его с приставкой намотать на

ярме сердечника ТВС специальную дополнительную обмотку. Эта обмотка для получения импульса с амплитудой в 20—30 *в* для разных типов телевизоров будет иметь от 2 до 5—7 витков и может быть выполнена из монтажного провода. Необходимо лишь позаботиться о включении ее в правильной полярности и о соблюдении соответствующего расстояния от основных катушек ТВС во избежание пробоя.

Запускающий импульс кадровой частоты может быть взят с анода выходной лампы кадровой развертки телевизора и уменьшен посредством емкостного делителя. Эта схема показана на рис. 17.

Емкость C_1 должна быть не более 500—1 000 *пф;* емкость C_2 следует подобрать.

КАДРОВАЯ РАЗВЕРТКА

Блок кадровой развертки состоит из каскада формирования пилообразного напряжения из приходящих от телевизора импульсов и выходного каскада.

Сигнал поступает на сетку $Л_1$ (триодная часть лампы 6Ф5П), в анодной цепи которой имеется нагрузочный резистор R_1 и зарядный конденсатор C_1 (рис. 18). (На рис. 17 они обозначены соответственно через R_2 и C_3.)

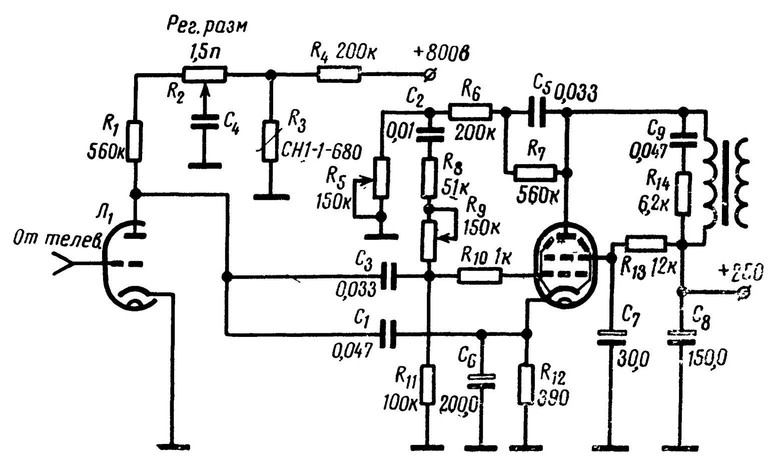


Рис. 18. Схема выходного каскада кадровой развертки.

Выходной каскад собран по обычной схеме, как в телевизоре УНТ-47/59 с обратной связью по напряжению и линеаризацией в цепи обратной связи.

Он имеет трансформаторный выход, нагруженный на три параллельно включенные отклоняющие системы. Особенностью схемы является то обстоятельство, что в цепи каждой из отклоняющих катушек имеются элементы регулировки размера и центровки растра (которые будут описаны далее), поглощающие значительную часть мощности кадровой развертки.

СТРОЧНАЯ РАЗВЕРТКА

Так же как и в кадровой развертке, приходящий положительный импульс используется для формирования из него сигнала возбуждения выходного каскада. Для этого служит лампа $Л_1$ (рис. 19). Надлежащая форма напряжения возбуждения достигается выбором величин C_2, C_3, R_3.

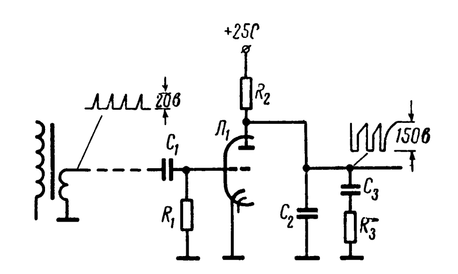


Рис. 19. Схема формирования сигнала строчной развертки.

$C_1 - R_1$ — цепь для привязки сигнала по уровню импульсов; R_2 — нагрузочный резистор; $C_2 - C_3 - R_3$ — цепь формирования напряжения возбуждения.

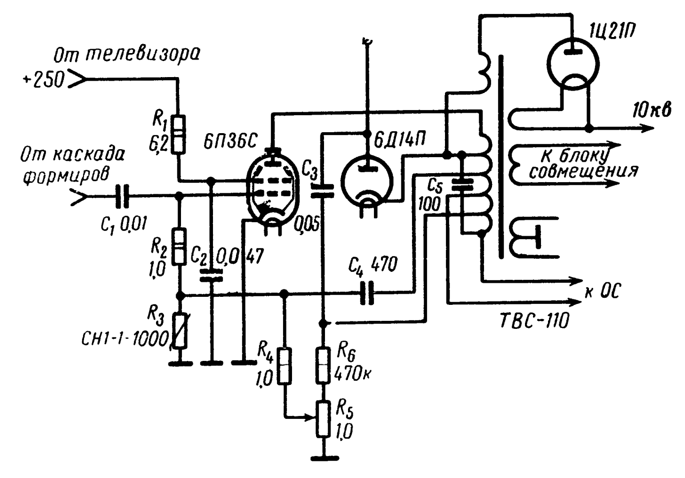


Рис. 20. Схема выходного каскада строчной развертки.

Выходной каскад с автотрансформатором ТВС-110Л2 (или ТВС-110А) может быть собран по обычной схеме (как в телевизорах УНТ-47/59) со стабилизацией размера на варисторе. Высоковольтный выпрямитель — селеновый столб 600АФ (как в телевизоре «Старт-6») или на кенотроне 1Ц21П (рис. 20).

Выходной автотрансформатор нагружен на три параллельно соединенные отклоняющие системы. В цепи каждой из отклоняющих систем (так же, как в кадровой развертке) включены элементы регулировки размера и центровки растра, потери в которых должны быть учтены. Для кинескопов 23ЛК9 должна применяться отклоняющая система ОС-90Л1, которая, однако, в настоящее время в серийном производстве не выпускается. Отклоняющие системы от телевизора «Юность» не могут быть использованы без переделки, так как их катушки рассчитаны на работу от полупроводниковых каскадов. Для описываемой схемы катушки должны иметь следующие данные: строчные — 165 витков ПЭВ 0,29 каждая; кадровые — 300 витков ПЭВ 0,38 каждая.

ЯРКОСТНЫЙ КАНАЛ

Яркостный канал приставки содержит линию задержки и однокаскадный видеоусилитель. Сигнал, прошедший по 75-омному кабелю с выхода катодного повторителя, необходимо задержать на 0,7—0,8 *мксек* для совмещения с сигналами цветности, которые отстают на эту величину, проходя по своему, относительно узкополосному, тракту. Далее видеосигнал должен быть усилен по амплитуде до величины, необходимой для модуляции кинескопов. При этом полярность сигнала, пришедшего из телевизора, должна быть сохранена. Нужно также подавить в яркостном сигнале поднесущую частоту цветности. Поднесущая может быть подавлена либо режектированием (рис. 21, *а*), либо путем ограничения полосы с тем, чтобы

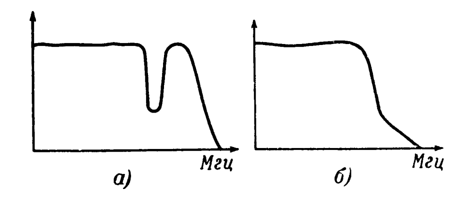


Рис. 21. Амплитудно-частотные характеристики видеоусилителя яркостного сигнала.

а — с режекцией на частоте поднесущей; *б* — с ограничением полосы.

все частоты выше 4 *мгц* были подавлены. Второй способ ограничивает четкость изображения по горизонтали до 300—350 линий, что для цветной приставки можно считать вполне допустимым.

Исходя из изложенного, линию задержки в яркостном канале целесообразно выполнить в виде фильтра нижних частот с граничной частотой 4 *Мгц*. Такая линия, рассчитанная на согласование с двух сторон с 75-омными нагрузками, может быть выполнена, как показано на рис. 22. Индуктивности L_1 — L_7 могут быть намотаны на общем секционированном каркасе (рис. 23). Каждая секция должна иметь по 12 витков провода ПЭШО-0,12.

Для сохранения требуемой полярности яркостного видеосигнала и для удобства согласования характеристических сопротивлений кабеля, линии задержки и входа усилителя целесообразно последний

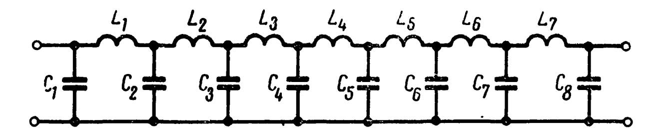


Рис. 22. Схема линии задержки на 0,7—0,8 *мксек*.
$L_1 = L_2 = L_3 = L_4 = L_5 = L_6 = L_7 = 6$ *мкг*; $C_1 = C_8 = 620$ *пф*; $C_2 = C_3 = C_4 = C_5 = C_6 = C_7 = 1\,350$ *пф*.

выполнить по схеме с катодным входом, как показано на рис. 24. Такая схема также позволяет легко замешать в яркостный сигнал импульс гашения обратных ходов разверток.

Усилитель с катодным входом (с «заземленной сеткой») имеет входное сопротивление $1/S$.

Здесь, так же как и в катодном повторителе, имеет смысл применить лампу 6П14П. Ее входное сопротивление будет хорошо согласовываться с выходом линии задержки.

Регулировка контрастности осуществляется на выходе уси-

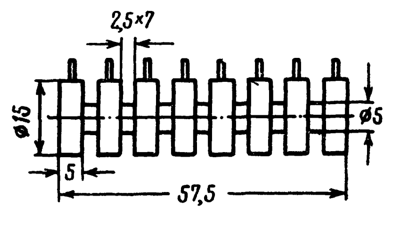


Рис. 23. Чертеж каркаса дросселей линии задержки.

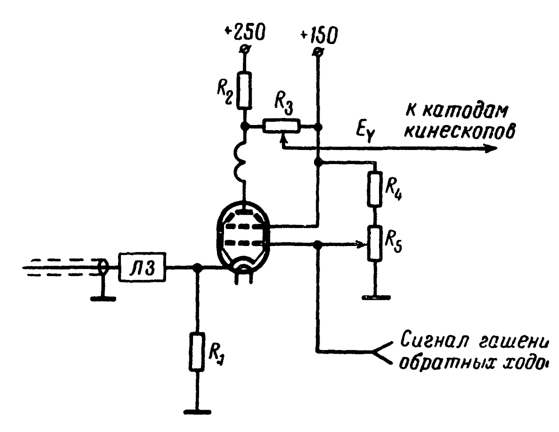


Рис. 24. Схема видеоусилителя сигнала яркости.

лителя потенциометром R_3; такая схема обеспечивает неизменность входного сопротивления и, следовательно, согласования линии задержки независимо от регулировки контрастности.

ЗАМЕШИВАНИЕ СИГНАЛОВ ГАШЕНИЯ

Ввиду того что кинескопы 23ЛК имеют формат 4 : 5, в целях создания более экономичного выходного каскада время обратного хода строчной развертки выбирается равным 13 *мксек*, как это и предусмотрено в выходных трансформаторах ТВС-110 при правильном согласовании с нагрузкой. При этом гашение лучей во время обратного хода строчной развертки является обязательным. Гашение лучей на обратном ходу кадровой развертки осуществляется во всех современных телевизорах и тоже является необходимым.

Обычно в телевизорах сигналы гашения подаются на модулирующий электрод кинескопа. В приставке, так же как и в большинстве цветных телевизоров, модулирующие электроды заняты, так как на них подаются цветоразностные сигналы. Заводить сигналы

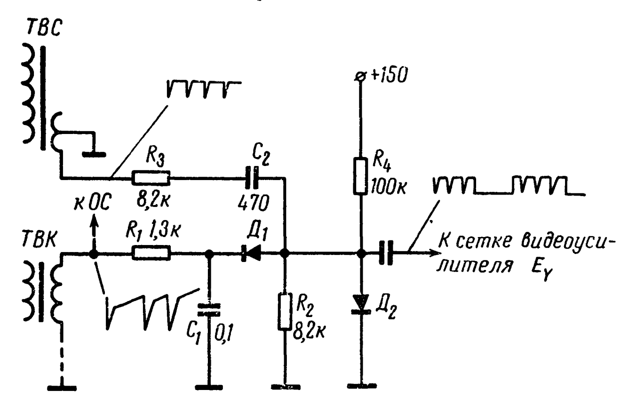


Рис. 25. Схема формирования сигналов гашения лучей на обратном ходу.

R_1 — C_1 — интегрирующая цепь для расширения кадрового импульса; $Д_1$ — диод для отсечения пилообразной части кадрового сигнала; C_2 — R_2 — дифференцирующая цепь для формирования строчного сигнала; $Д_2$ — диод для отсечения пилообразной части строчного сигнала.

гашения в цепи видеоусилителя в обычных телевизорах не представляется возможным, так как с видеоусилителя берется сигнал для синхронизации разверток. В нашем случае схема так сконструирована, что синхросигнал с выхода яркостного усилителя не используется, и тем самым усилитель имеет свободный вход (сетку) для подачи сигналов гашения. Формирование сигнала гашения показано на рис. 25.

Смешанный сигнал, состоящий из импульсов обратного хода строчной и кадровой разверток, в отрицательной полярности вводится в цепь сетки усилителя и дает на аноде положительные импульсы большой амплитуды.

БЛОК ДЕКОДИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ ЦВЕТНОСТИ

Блок цветности является основным блоком, специфическим для цветного приемника. Его функции в приставке совершенно аналогичны функциям этого блока в цветном телевизоре. В соответствии

с этим блок цветности для приставки может строиться, в общем случае, аналогично тому, как это сделано в цветных телевизорах промышленных или радиолюбительских конструкций [Л. 3—6].

В классическом виде скелетная схема блока цветности изображена на рис. 26.

Система цветного телевидения СЕКАМ всех разновидностей, в том числе советско-французская система, основана на построчном чередовании передачи цветоразностных сигналов «синего» и «красного». При этом на приемном конце в блоке цветности для одновременного воспроизведения всех трех цветов применяется линия задержки на время длительности строки (64 *мксек*), с помощью которой задержанный сигнал предыдущей строки выдается одновременно с сигналом передаваемой строки. Такой способ позволяет

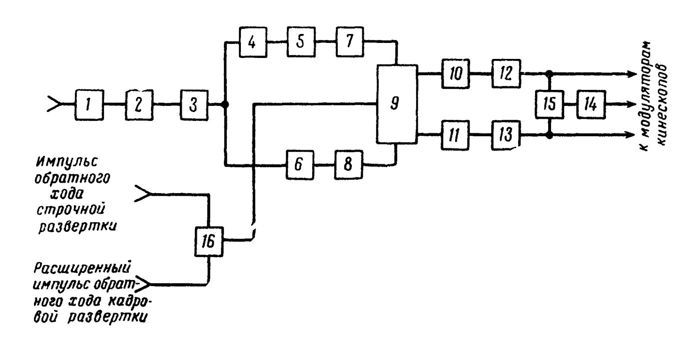


Рис. 26. Типовая скелетная схема декодирующего блока цветности.

1 — контур коррекции частотных предыскажений („клеш“); *2* — амплитудный ограничитель; *3* — усилитель поднесущей; *4* — линия задержки на 63,8 *мксек*; *5* — усилитель задержанного канала; *6* — усилитель прямого канала; *7, 8* — ограничители; *9* — диодный переключатель; *10, 11* — частотные дискриминаторы; *12, 13, 14* — выходные видеоусилители; *15* — матрица „зеленого“ сигнала; *16* — триггер.

посредством пассивной матрицы выделить сигнал «зеленого» и обеспечивает правильное воспроизведение цветного изображения.

Линия задержки на 64 *мксек* — ультразвуковая — состоит из двух электроакустических преобразователей и ультразвукового волновода, который делают из твердого материала (сталь, стекло или монокристаллы солей).

Линия задержки является достаточно дорогим и дефицитным элементом, что в большой мере препятствует ее применению в дешевой, по идее, цветной приставке. Представляется, что в приставке ради ее удешевления и упрощения можно было бы пойти на некоторую (незначительную) погрешность в цветовоспроизведении или на иные малозаметные недостатки. Возможность создания блока цветности для цветного телевизора по системе СЕКАМ без линии задержки рассмотрены в статье Шовьера [Л. 7]. Автор статьи приходит к выводу, что получающиеся потери качества незначительны. Это подтверждается экспериментами на макете. Блок цветности без линии задержки описывался также в журнале «Радио» [Л. 6].

Для использования в приставке предлагается блок цветности без линии задержки. Воспроизведение цветного изображения осуществляется следующим образом.

Во время передачи «синей» строки красный кинескоп гасится; во время передачи «красной» строки гасится синий кинескоп; зеленый кинескоп модулируется поочередно сигналами $E_Y + 0,7(-E_{R-Y})$ — во время передачи «красной» строки и $E_Y + 0,3(-E_{B-Y})$ — во время передачи «синей» строки, где E_Y — яркостный сигнал; E_{R-Y} — красный цветоразностный сигнал; E_{B-Y} — синий цветоразностный сигнал.

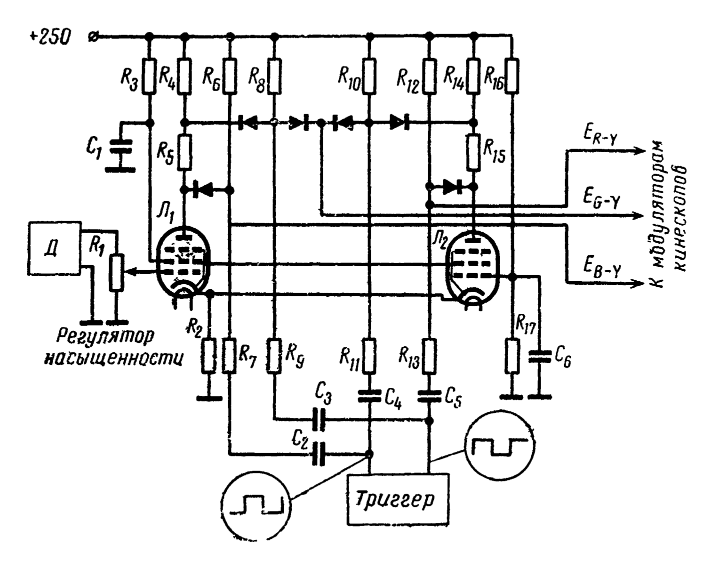


Рис. 27. Принципиальная схема выходной части упрощенного блока цветности без линии задержки.

Декодирующая часть схемы блока цветности без линии задержки, построенная по этому принципу, может быть выполнена очень просто: здесь отсутствует коммутация поднесущей, достаточно одного частотного детектора и, наконец, можно обойтись лишь двумя выходными каскадами усилителей цветоразностных сигналов (рис. 27).

Схема работает следующим образом. Усиленный сигнал цветовой поднесущей демодулируется частотным дискриминатором *Д* и поступает на вход видеоусилителя $Л_1$ в такой полярности, чтобы на выходе его сигнал имел вид E_{B-Y}. При этом на аноде лампы $Л_2$, работающей как инвертор, будет сигнал $-E_{B-Y}$. Во время передачи «красной» строки на аноде лампы $Л_1$ будет сигнал $-E_{R-Y}$, а на аноде $Л_2$ — сигнал E_{R-Y}. Сопротивление резистора R_2 в катодах ламп $Л_1$ и $Л_2$, а также величины нагрузочных резисторов в анодных цепях этих ламп выбираются таким образом, чтобы амплитуды сигналов на анодах ламп E_{B-Y} (при максимальной девиации поднесущей 280 *кгц*) и E_{R-Y} (при девиации 230 *кгц*) от-

носились соответственно $E_{R-Y}/E_{B-Y} = 1{,}4/1{,}9$, при этом отношение сигналов $-E_{R-Y}/-E_{B-Y} = 1{,}56/0{,}65$. Коммутация сигналов производится диодами, к которым от триггера подводятся прямоугольные импульсы.

УСИЛИТЕЛЬ ПОДНЕСУЩЕЙ

На входе усилителя поднесущей имеется, как обычно, контур коррекции предыскажений («клеш»). Этот контур должен иметь характеристику, соответствующую добротности $Q = 15$ (рис. 28).

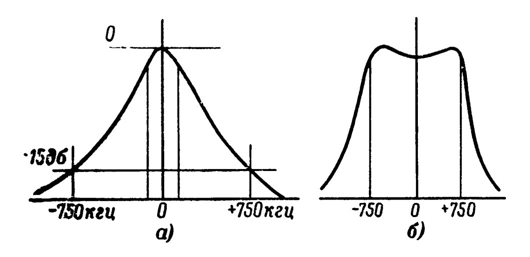


Рис. 28. Амплитудно-частотные характеристики контура коррекции предыскажений (*а*) и полосового усилителя поднесущей (*б*).

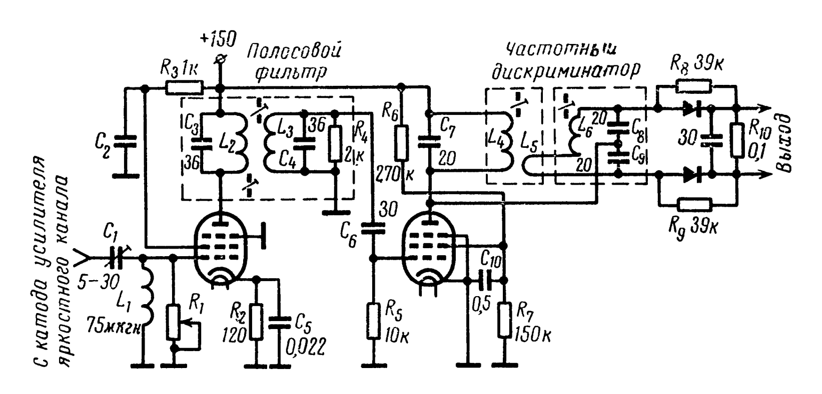


Рис. 29. Принципиальная схема усилителя поднесущей для упрощенного блока цветности.

Ширина полосы усилителя поднесущей на уровне 0,7 должна быть не менее 1,5 *Мгц*, требуется также относительно высокая избирательность к соседним частотам, особенно к частоте 6,5 *Мгц*. Исходя из этого целесообразно в анодную цепь первого каскада включить двухконтурный полосовой фильтр со связью выше критической, контуры которого для получения необходимой равномерности характеристики в заданной полосе частот должны иметь относительно низкую добротность и требуют шунтирующих сопротивле-

ний порядка 2 *ком*. Для получения нужного размаха сигнала на такой низкоомной нагрузке требуется относительно мощная лампа, например 6П15П.

Следующим каскадом в усилителе поднесущей является лампа, в анодной цепи которой включен контур частотного дискриминатора. Этот каскад должен работать в режиме сеточного ограничения. Такой режим достигается в цепи $C_{10}R_7$, которая должна иметь достаточно малую постоянную времени. Для режима ограничения необходимо также пониженное экранное напряжение.

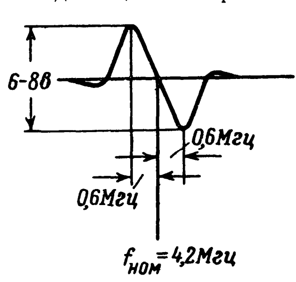


Рис. 30. Характеристика частотного дискриминатора.

Частотный дискриминатор является весьма ответственным элементом схемы; его характеристика показана на рис. 30. На рис. 31 приведены моточные данные контуров дискриминатора. Выход дискриминатора нагружен на переменный резистор, являющийся регулятором насыщенности.

Как указывалось ранее, предложенная схема не требует коммутации поднесущей. Вместо коммутации поднесущей осуществляется коммутация цветоразностных сигналов. Коммутация осуществляется отпиранием и запиранием диодов на выходе усилителей цветоразностных сигналов (см. общую схему приставки) при помощи сигнала типа меандр, вырабатываемого триггером на лампах $Л_{204}$ и $Л_{205}$ и синхронизируемого частотой строчной развертки.

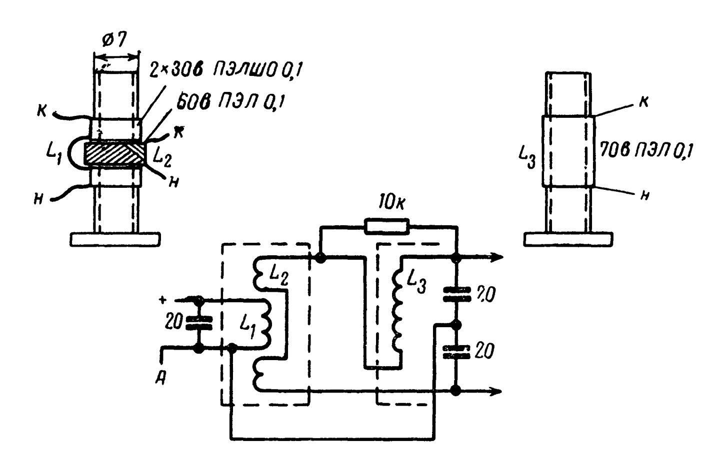


Рис. 31. Конструктивные данные контуров частотного дискриминатора.

ВИДЕОУСИЛИТЕЛИ

Частотные характеристики видеоусилителей цветоразностных сигналов должны быть построены с учетом корректирования предыскажений, введенных на передающем конце. Характеристики должны иметь вид, показанный на рис. 32.

Это предопределяет относительно низкие требования к широкополосности усилителей. Практически оказывается возможным при емкостной нагрузке в 20—25 *пф* иметь нагрузочные сопротивления в анодах ламп видеоусилителей по 10—15 *ком*. При этом возможно не вводить специальную коррекцию предыскажений.

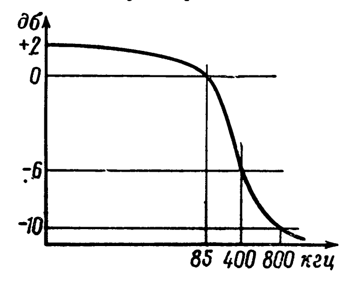


Рис. 32. Амплитудно-частотная характеристика видеоусилителей цветоразностных сигналов.

Известно, что при матрицировании цветовых сигналов E_R, E_G и E_B из сигналов E_Y, E_{R-Y}, E_{G-Y} и E_{B-Y} необходимо, чтобы амплитуда сигнала E_{R-Y} составляла 1,4 амплитуды яркостного сигнала E_Y, а амплитуда E_{B-Y} составляла 1,9 E_Y. Исходя из этого необходимо, чтобы усилители цветоразностных сигналов могли выдать амплитуду сигналов на выходе не менее 80—100 *в*.

БЛОК СОВМЕЩЕНИЯ

Система «Тринескоп» является трехрастровой и, как всякая трехрастровая система, требует точного пространственного совмещения трех цветоделенных изображений. Оптическая часть тринескопа (в отличие от проекционной системы) не дает специфических растровых искажений, поэтому совмещение цветоделенных изображений сводится к представленному в табл. 3.

Таблица 3

Характер регулировок	Чем достигается регулировка
Совмещение очертаний экранов трех кинескопов	Юстировкой положения зеркал в пределах люфтов креплений
Совмещение экранов по глубине	Точностью выполнения деталей оптического блока
Совмещение центральных точек изображения	Вертикальной и горизонтальной центровками растров на экранах кинескопов
Совмещение изображения по периферии растра	Регулировками вертикального и горизонтального размеров растров
Совмещение изображений в углах	Точностью выполнения отклоняющих систем; применением корректирующих магнитов

Остаточная погрешность совмещения цветоделенных изображений после выполнения всех перечисленных операций, кроме последней, определяется в основном неидентичностью отклоняющих систем. Искажения отклоняющих систем типов «подушка», «бочка» и «параллелограмм» могут быть уменьшены применением корректирующих магнитов, расположенных вблизи углов кинескопов, положения которых можно регулировать.

Остаточная погрешность совмещения должна быть как можно меньшей. Однако ввиду того, что приставка не должна обеспечивать (подобно цветному телевизору) качественного черно-белого изображения, на котором погрешность совмещения особенно заметна, можно считать допустимым рассовмещение на углах изображения до 2—3 *мм*.

Регулировку горизонтального размера изображения для каждого кинескопа проще всего осуществить включением последовательно в цепь каждой пары отклоняющих катушек ферровариометра. В качестве такового хорошо подходит ферровариометр РРС (регулятор размера строк) при условии некоторого уменьшения числа витков обмотки. Он обеспечивает регулировку горизонтального размера более чем на 20%.

Регулировка вертикального размера осуществляется включением последовательно в цепь каждой пары кадровых отклоняющих катушек переменного резистора. Однако при регулировке вертикального размера введением последовательного сопротивления изменяется соотношение между активным и индуктивным сопротивлениями цепи, что отражается на линейности развертки (в верхней части растра). Для компенсации этого явления в цепь отклоняющих катушек также включаются ферровариометры РРС (рис. 33).

Общераспространенный способ центровки с помощью кольцевых магнитов, надетых на горловину кинескопа позади отклоняющей системы, для данного случая является неприемлемым ввиду того, что при этом способе перемещение изображения по полю экрана сопровождается дисторсиями растра, которые мало заметны в черно-белых телевизорах, но нетерпимы в тринескопе, так как они вызывают значительные и неисправимые погрешности совмещения. Единственно правильным решением вопроса является применение электрической центровки путем введения в цепи отклоняющих катушек постоянных токов регулируемой величины. Для центровки по вертикали это осуществляется просто (рис. 33). Для этого используются источник постоянного тока — выпрямитель, работающий от отдельной обмотки силового трансформатора, резистор со средней точкой R_6, R_7 и регулируемые резисторы (реохорды) R_8, R_9 и R_{10} по 8 *ом*.

Ввиду того что катушки строчного отклонения подключены к выходному строчному автотрансформатору, они находятся под большими постоянным и импульсным напряжениями и для осуществления центровки растра по горизонтали по аналогичной схеме требуется эвакуированный и хорошо изолированный источник тока. Для этого может быть применен выпрямитель, работающий от отдельной обмотки (1—2 витка) строчного трансформатора.

БЛОК ПИТАНИЯ

Для питания схемных блоков приставки необходим источник питания, содержащий выпрямители для питания каскадов развертки, яркостного видеоусилителя, блока цветности и других каскадов.

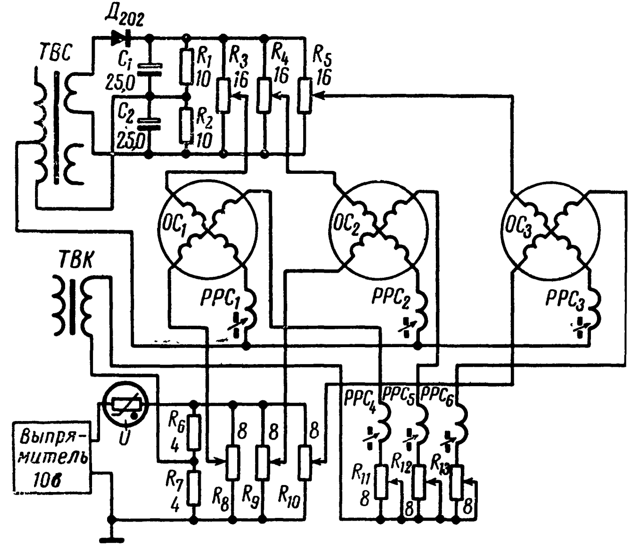


Рис. 33. Схема блока совмещения.

ТВС — трансформатор выходной строчной развертки; *ТВК* — трансформатор выходной кадровой развертки; OC_1, OC_2, OC_3 — отклоняющие системы; $Д_{202}$ — диод выпрямителя горизонтальной центровки; C_1, C_2 — конденсаторы фильтра выпрямителя горизонтальной центровки; R_1, R_2 — резисторы для получения „средней точки"; R_3, R_4, R_5 — переменные резисторы — регуляторы центровки по горизонтали; PPC_1, PPC_2, PPC_3 — регуляторы размеров по горизонтали; R_6, R_7 — резисторы „средней точки" напряжения вертикальной центровки; R_8, R_9, R_{10} — резисторы-регуляторы вертикальной центровки; R_{11}, R_{12}, R_{13} — резисторы-регуляторы размеров по вертикали; PPC_4, PPC_5, PPC_6 — регуляторы линейности по вертикали.

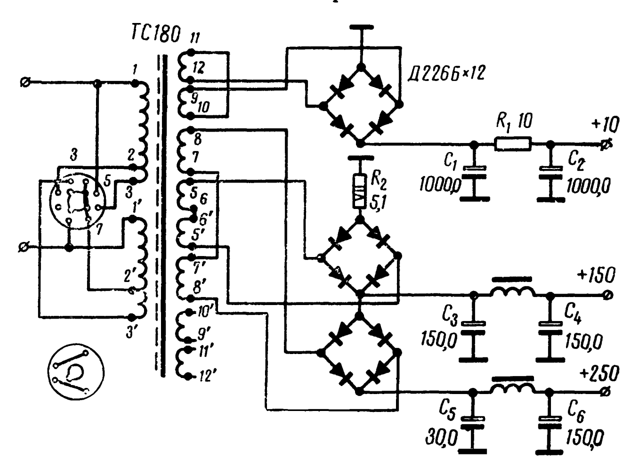


Рис. 34. Схема блока питания.

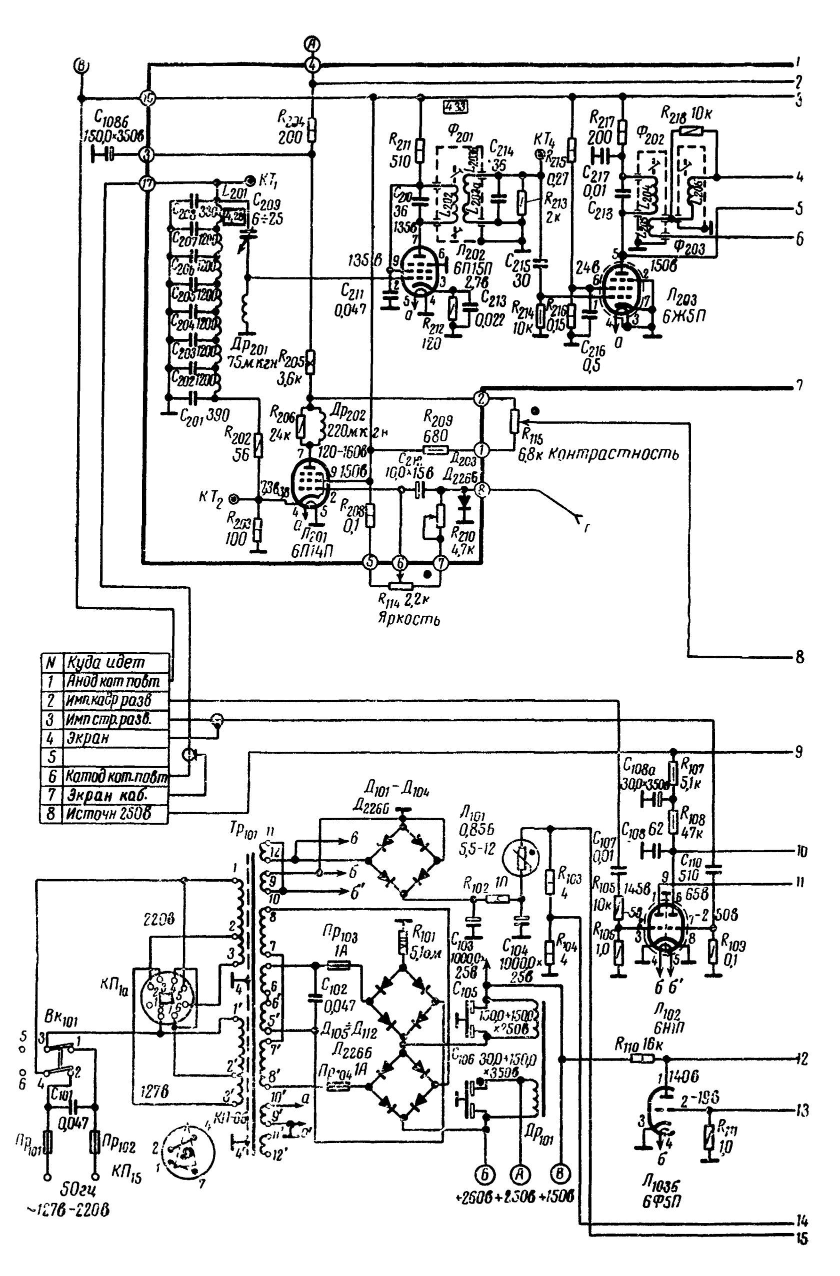
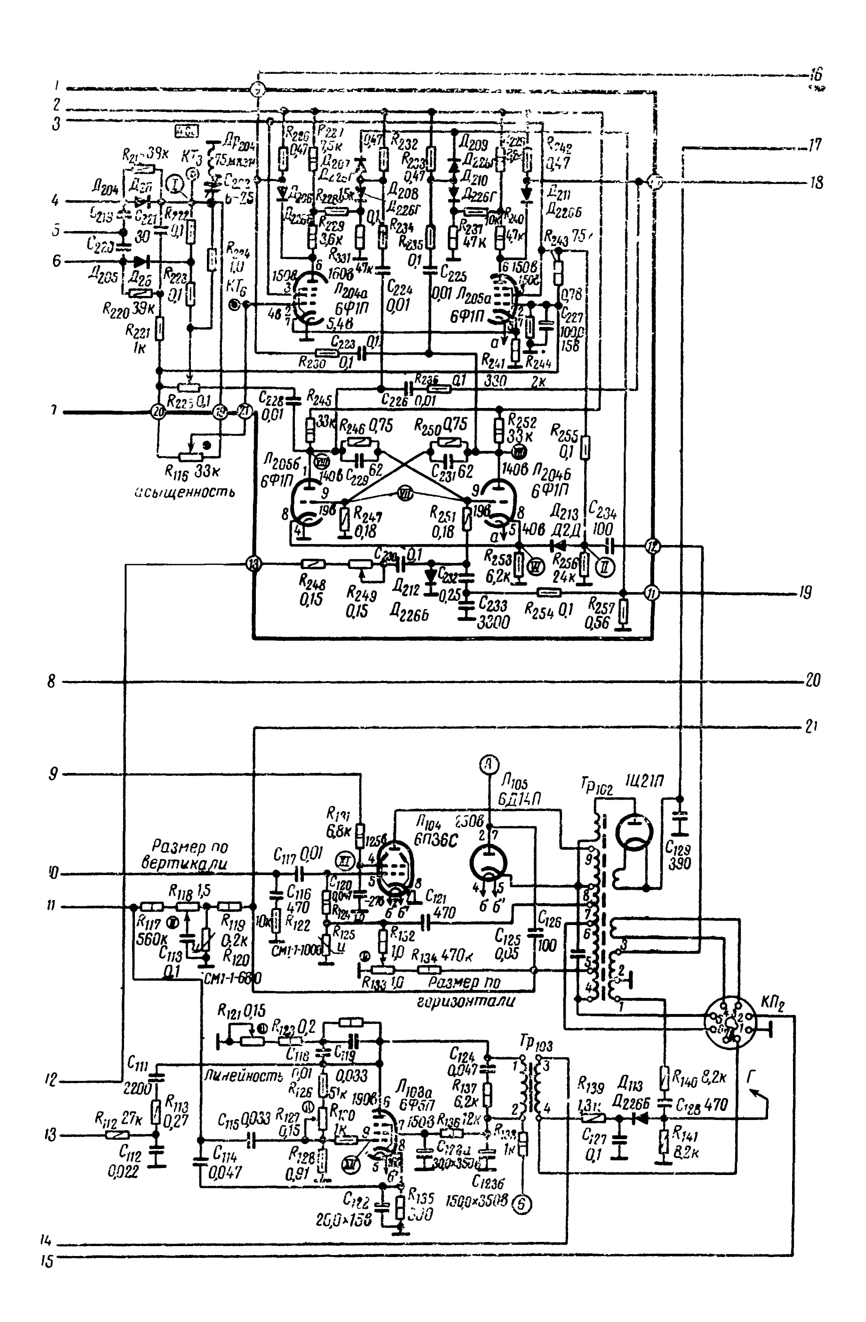


Рис. 35. Полная принци



пиальная схема приставки.

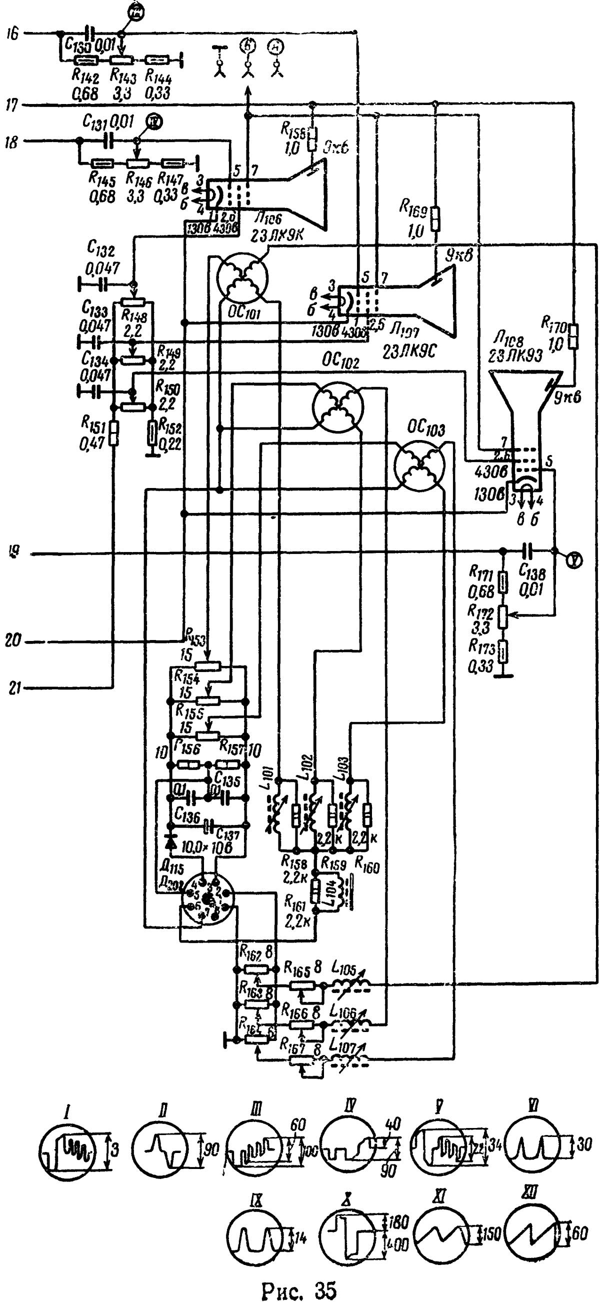


Рис. 35

Блок питания может быть построен на трансформаторе ТС180 (рис. 34).

На рис. 35 приведена полная принципиальная схема приставки к черно-белому телевизору для приема и воспроизведения цветного телевизионного изображения «Тринескоп».

КОНСТРУКТИВНАЯ КОМПОНОВКА

Необходимость сокращения габаритов тринескопа требует достаточно продуманной общей компоновки. Представляется рациональной такая компоновка, при которой основная часть устройства располагается в деревянном корпусе, а некоторые выступающие части закрываются выпуклыми кожухами. На рис. 36 показан вертикальный разрез приставки. Здесь *1* — деревянный корпус, *2* — передняя стенка, *3* — оптический блок с кинескопами и зеркалами, *4* — шасси радиоблока, *5* — задняя стенка, *6* — линза Френеля или защитное стекло, *7* — блок совмещения, *8* — съемная крышка, *9* — ножки.

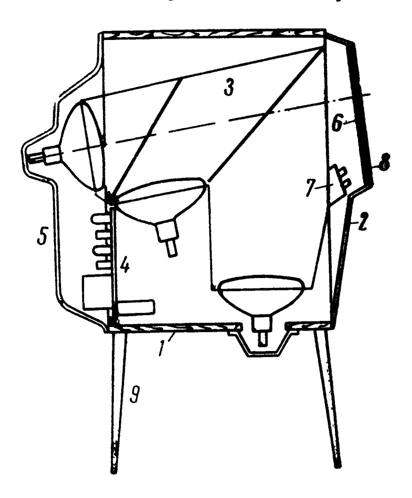


Рис. 36. Конструктивная компоновка приставки (разрез)

Как видно из рис. 36, ось зеленого кинескопа имеет наклон 10° к горизонтали. Это дает возможность значительно уменьшить высоту приставки от плоскости пола и обеспечить удобный обзор экрана зрителям, сидящим на расстоянии 2—4 *м* от приставки.

На рис. 37 приведена компоновка шасси радиоблока. Шасси вертикальное, поворотное вокруг вертикальной оси: *1* — шасси; *2* —

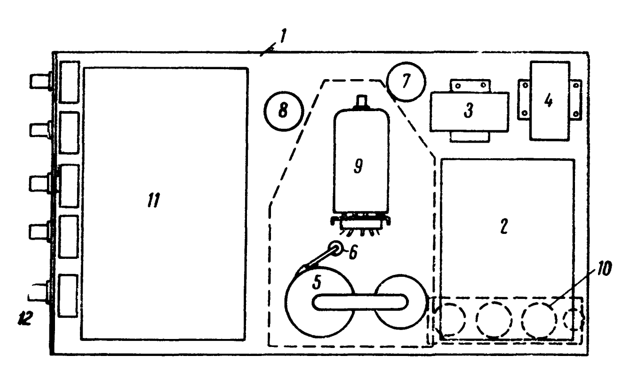


Рис. 37. Конструктивная компоновка шасси радиоблока.

силовой трансформатор; *3* — ТВК; *4* — дроссель фильтра; *5* — ТВС-110Л2; *6* — столб селеновый 600АФ; *7* — лампа кадровой развертки; *8* — лампа формирования импульсов; *9* — лампа строчной развертки; *10* — кронштейн крепления электролитических конденсаторов; *11* — блок цветности (печатная плата); *12* — регуляторы контрастности, яркости и насыщенности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б. М. Певзнер, Системы цветного телевидения, изд-во «Энергия», 1969.

2. А. П. Ангафоров, Современные приемные трубки цветного телевидения, «Техника кино и телевидения», 1962, № 2.

3. С. А. Эльяшкевич, Цветной телевизор «Рубин-401», «Радио», 1967, № 5.

4. Р. Британишский, А. Непомнящий, Цветной телевизор «Радуга», «Радио», 1967, № 10.

5. И. Певзнер, Цветной транзисторный телевизор на кинескопе с фокусирующей сеткой, «Радио», 1969, № 11.

6. С. К. Сотников, Любительский цветной телевизор, «Радио», 1969, № 1—2.

7. Шовьер, Блок цветности СЕКАМ без линии задержки, «Телевизион» (Франция), 1965, № 157.

СОДЕРЖАНИЕ

Хахарев Вениамин Михайлович

ТРИНЕСКОП

Редактор *Я. И. Эфрусси*
Обложка художника *Н. Т. Ярешко*
Технический редактор *О. П. Преснякова*
Корректор *И. Д. Панина*

Сдано в набор 9/XII 1970 г.
Подписано к печати 7/V 1971 г.
Т-06262 Формат 84 × 108[1]/32
Бумага типографская № 1
Усл. печ. л. 2,1 Уч.-изд. л. 2,48
Тираж 50 000 экз. Цена 11 коп. Зак. 574

Издательство «Энергия».
Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10.

Набрано в типографии № 13
Главполиграфпрома Комитета по печати
при Совете Министров СССР.
Отпечатано и изготовлено в тип. изд.
«Связь» Москва-центр, ул. Кирова, 40.
Зак. 205

Цена 11 коп.